Publication 1264/F



Le trèfle d'Alsike

ıre

Canadä

Photo de la couverture

Champ de trèfle d'Alsike en fleur.



PUBLICATION 1264/F On peut en obtenir des exemplaires à la Direction générale des communications, Agriculture Canada, Ottawa K1A 0C7.

N° de cat. A53-1264/1986F ISBN: 0-662-94040-7
Impression 1980 Réimpression 1981 Révision 1986 1M-11:86

Also available in English under the title *Alsike clover.*

TABLE DES MATIÈRES



Remarque : Cette publication est un guide pour les fermiers et les travailleurs du secteur agricole, intéressés à la culture et à la gestion du trèfle d'Alsike au Canada. On a puisé dans un certain nombre d'articles de recherche et d'ouvrages techniques pour rédiger cette publication.

On n'a pas énuméré en détail les recommandations relatives aux cultivars certifiés, aux mélanges, aux modes de gestion, à la demande d'engrais et à la lutte par des moyens chimiques contre les maladies, insectes et mauvaises herbes, parce que ces recommandations sont périodiquement modifiées. On peut obtenir auprès des stations de recherches d'Agriculture Canada, des ministères provinciaux de l'agriculture et des universités, les recommandations générales mises à jour, ainsi que des recommandations spéciales pour les régions.

Le trèfle d'Alsike

D.T. Fairey
Station de recherches, Beaverlodge (Alb.)

DISTRIBUTION ET ADAPTATION

Le trèfle d'Alsike, *Trifolium hybridum* L. est une espèce véritable, malgré son nom spécifique, qui voulait d'abord suggérer qu'il s'agissait d'un hybride du trèfle rouge (*T. pratense* L.) et du trèfle blanc (*T. repens* L.). Cette plante cultivée n'est pas une plante indigène du Canada. Elle tire son nom du village d'Alsike situé dans le centre de la Suède, région d'où on croit qu'elle vient. Le trèfle d'Alsike est cultivé à grande échelle en Europe depuis 1832, et a été introduit au Canada vers 1839.

Le trèfle d'Alsike est une plante vivace à courte période de croissance, mais on l'emploie souvent comme plante bisannuelle, en rotations courtes, pour améliorer la structure et la fertilité des sols appauvris. Il est adapté à une grande variété de types de sols, et se développe bien sous les latitudes septentrionales, et à altitude élevée. Il survit à des hivers rigoureux, et prospère surtout là où les étés sont frais. Généralement, le trèfle d'Alsike convient aux mêmes emplois que le trèfle rouge, mais a un rendement légèrement inférieur. Toutefois, il prospère sur des sols trop acides pour le trèfle rouge, et peut aussi tolérer un degré plus élevé d'alcalinité que la plupart des espèces de trèfle. Contrairement au trèfle rouge, il résiste à la pourriture du trèfle; il peut même survivre et se développer pendant des périodes prolongées dans des sols inondés et imprégnés d'eau.

Les cultivars du trèfle d'Alsike sont soit diploïdes, soit tétraploïdes. Les variétés diploïdes ont 16 chromosomes; on produit artificiellement des types tétraploïdes en utilisant des produits chimiques pour doubler le nombre de chromosomes (32). Les variétés tétraploïdes sont généralement plus grandes, ont de plus grosses feuilles et fleurs, et fleurissent plus tard que les variétés diploïdes. Dans certaines régions, les rendements en fourrage des tétraploïdes sont plus élevés que ceux des cultivars diploïdes. On doit séparer les variétés diploïdes et tétraploïdes lorsqu'on les cultive pour obtenir des semences. La production de semence des tétraploïdes diminue sérieusement, s'ils sont pollinisés par du pollen de trèfle diploïde.

MORPHOLOGIE

Le trèfle d'Alsike est une plante vivace de courte durée, non rampante, dont la croissance rappelle celle du trèfle rouge. On peut le distinguer du second par l'absence de marques en croissant sur chaque foliole, et par ses feuilles plus visiblement dentées. Les talles partant du collet poussent en abondance. Les feuilles sont glabres; les stipules sont longues et se terminent en pointe. Les tiges sont semi-dressées, longues, minces et habituellement creuses; elles portent des capitules axillaires très courts, presque sphériques, d'environ

2 à 3,5 cm de diamètre (fig. 1). Chaque capitule porte environ 30 à 50 fleurs blanches ou rose pâle. Les fleurs individuelles ont environ de 6 à 11 mm de long. Les fleurs se replient ou prennent une position penchée après la pollinisation, et brunissent à mâturité (fig. 2). Chaque gousse a environ 1 cm de long et contient de 3 à 5 graines. Les graines ont un tiers de la taille de celles du trèfle rouge; leur couleur varie de vert terne à presque noire, souvent avec des nuances de jaune. Il y a environ 1,5 million de graines par kilogramme de semence.

Le trèfle d'Alsike a une racine pivotante ramifiée. Généralement, les racines portent de petites excroissances latérales (ou nodosités). Ces nodosités se développent en présence de bactéries du type *Rhizobium*, qui pénètrent dans la plante par les poils radiculaires. Les bactéries se multiplient dans ces poils et forment « un filament infecté » – filament de cellules bactériennes entouré d'une gaine cylindrique secrétée par les cellules radiculaires. Ce filament pénètre dans les cellules en question et libère les bactéries dans la racine. Une fois installées dans les cellules radiculaires, les bactéries se multiplient et amènent le développement de petites excroissances latérales désignées par le terme de nodosités.

FERTILITÉ DU SOL, INOCULATION ET ENSEMENCEMENT

Il est nécessaire d'effectuer l'analyse du sol pour évaluer correctement l'assimilabilité des éléments nutritifs présents dans le sol. On doit corriger toute carence en produits nutritifs en fonction de ces analyses des sols. Il est essentiel de chauler les sols dont le pH est inférieur à 5. La chaux rend le sol moins acide et favorise la fixation de l'azote par les bactéries qui vivent dans les nodosités.

On doit apporter les éléments principaux en quantités importantes, pour obtenir une croissance et un rendement optimaux. L'azote est essentiel à l'établissement des semis, et l'on recommande d'appliquer au minimum 11 kg/ha sous forme d'engrais azotés. L'azote atmosphérique est fixé par les plantes bien pourvues de nodosités, après l'établissement des cultures. Toutefois, si l'on apporte trop d'engrais azotés, la formation des nodosités est réduite. L'azote appliqué se substitue à l'azote atmosphérique que les bactéries *Rhizobium trifolii* présentes dans les nodosités auraient fixé elles-mêmes. On ne doit traiter avec de l'engrais azoté que les peuplements établis poussant sur des sols dans lesquels la formation de nodosités est empêchée, c'est-à-dire dans les sols acides. On considère qu'un sol a une carence en phosphore, si l'analyse montre qu'il contient moins de 22 kg/ha de phosphore. Étant donné que le phosphore se fixe rapidement dans le sol et devient très lentement assimilable, il faut soit enfouir l'engrais avant l'ensemencement pour obtenir des résultats optimaux, soit l'épandre en bandes près des graines de telle sorte qu'on augmente le taux de phosphore jusqu'à environ 45 kg/ha. On ne constate souvent des carences en potassium et en soufre que dans certaines régions; on peut facilement les déceler par une analyse du sol. Certains sols luvisoliques (sol gris luvisol) présentent une carence en soufre. L'utilisation d'engrais tel que le 16-20-0 apportera le soufre nécessaire, en même temps que l'azote et le phosphore.



Fig. 1 Les feuilles du trèfle d'Alsike sont glabres, sans marques foliaires; le capitule porte des fleurs blanches et rose pâle.

Un certain nombre d'autres éléments, désignés par le terme d'oligo-éléments, sont essentiels à la croissance des plantes, et cela en quantités extrêmement faibles. Ces oligo-éléments jouent un rôle aussi important dans l'alimentation de la plante que les éléments principaux. Par exemple, le cuivre est nécessaire aux fonctions de respiration et de montée à graines, tandis que le molybdène est essentiel pour la fixation de l'azote. Le bore sert à la synthèse des protéines, et est associé à une augmentation de la grenaison. À l'occasion, lorsque l'humidité est insuffisante, apparaissent des symptômes de carence en bore dans les champs de trèfle d'Alsike. La réduction du taux d'humidité peut réduire l'absorption du bore présent dans le sol. Les bords des feuilles ou les extrémités des plants de trèfle d'Alsike peuvent devenir rougeâtres, lorsque le sol présente une carence en bore. En général, les bourgeons terminaux se fendent, et des feuilles entières meurent graduellement. Contrairement aux éléments principaux, l'assimilabilité des oligo-éléments dépend largement de l'état du sol, c'est-à-dire du pH, de l'humidité, et du rapport des autres éléments nutritifs. La gamme optimale de concentration des oligo-éléments est d'habitude très étroite. En général, de petites augmentations au-delà du taux optimal ont des effets toxiques.

Les nodosités présentes sur les racines du trèfle d'Alsike, comme sur celles d'autres légumineuses cultivées, constituent des usines miniatures d'azote. Les bactéries spécifiques (*R. trifolii*) présentes dans les nodosités sont capables d'utiliser l'azote de l'atmosphère, en le convertissant en un produit assimilable par la plante, et assurent ainsi une source gratuite d'azote pour la croissance de celle-ci. À son tour, le trèfle d'Alsike assure la croissance et la survie des bactéries en leur fournissant des glucides. En inoculant les



Fig. 2 Capitules du trèfle d'Alsike, avant (à gauche) et après (à droite) la pollinisation et la montée en graine.

graines de trèfle d'Alsike avec un inoculum contenant *R. trifolii*, on a la certitude d'introduire dans les nodosités des racines les espèces voulues de bactérie. Par exemple, des bactéries qui permettent à la luzerne de fixer l'azote ne conviennent pas au trèfle d'Alsike. L'inoculum est une culture de bactéries vivantes de type *Rhizobium*, qui doit être appliquée à la graine immédiatement avant le semis. On doit garder la semence préalablement inoculée dans un endroit sombre et frais. L'exposition à la lumière solaire ou aux engrais tue les bactéries de type *Rhizobium*.

On doit semer le trèfle d'Alsike aussitôt que possible au printemps. On doit installer la graine dans un lit de semence chaud, humide, compact à 1 ou 2 cm de profondeur. La densité d'ensemencement varie suivant la zone de culture, le cultivar utilisé, le type de sol et l'usage prévu de la récolte, par exemple, la production de fourrage ou de semences. On traite de cette question de façon un peu plus détaillée dans la section suivante.

PRODUCTION D'HERBE, STOCKAGE ET UTILISATION

Le trèfle d'Alsike est un aliment très nutritif pour le bétail. On l'emploie surtout comme légumineuse dans tous les mélanges destinés aux herbages, à la production de foin ou à l'ensilage dans les régions où les autres légumineuses à rendement supérieur poussent mal. Il est préférable de récolter les peuplements purs de trèfle d'Alsike durant leur période de pleine floraison, mais le trèfle fleurissant de façon irrégulière, de nombreux capitules peuvent porter des graines mûres, alors qu'un peuplement entier se trouve en pleine floraison. Heureusement, malgré la présence de quelques capitules mûrs, les tiges fines du trèfle d'Alsike continuent à grandir, et ne durcissent

pas rapidement. On peut donc obtenir un fourrage nutritif pendant une période prolongée. Toutefois, on doit éviter de laisser mûrir excessivement le trèfle. En effet, la présence de graines mûres dans le foin cause souvent la morve chez les chevaux. La paille, provenant soit d'une récolte de semence ou de foin coupé trop tard pour donner un foin de bonne qualité, constitue un bon fourrage d'hiver pour les moutons, les poulains et les jeunes bovins. Le tableau 1 montre la production d'herbe obtenue avec certains cultivars du trèfle d'Alsike.

Le fourrage à base de trèfle d'Alsike a tendance à provoquer le gonflement de l'estomac, et doit par conséquent être donné avec précaution au bétail. Par ailleurs, on a indiqué la possibilité d'une photosensibilisation induite par la consommation de trèfle d'Alsike (trifoliose), chez les animaux broutant du trèfle d'Alsike, en particulier en période de temps clair et ensoleillé. Chez les chevaux, cette sensibilisation est caractérisée par un érythème de la peau et l'enflure des zones atteintes.

Un mélange de trèfle d'Alsike et de trèfle rouge donne un foin de bonne qualité. Bien que le trèfle d'Alsike ait un rendement inférieur à celui du trèfle rouge, il présente certains avantages par rapport à ce dernier – il résiste à une humidité excessive du sol et tolère mieux les sols acides. Par conséquent, on sème habituellement le trèfle d'Alsike en même temps que le trèfle rouge, lorsque risquent de se poser des problèmes d'inondation et d'acidité du sol. Ceci garantit qu'il restera encore du trèfle, même si le trèfle rouge ne réussit pas à s'établir. Dans un mélange de peuplements de trèfle rouge et de trèfle d'Alsike, ce dernier améliore la qualité du foin, épaissit les parties basses du peuplement, et ajoute quantitativement au rendement, qui est souvent supérieur à celui de l'une ou de l'autre espèce considérée séparément. Pour obtenir la meilleure qualité, on doit couper le foin lorsque le trèfle rouge approche de sa pleine floraison.

On emploie souvent le trèfle d'Alsike en mélange avec le trèfle rouge et des plantes herbacées, par exemple la fléole des prés. En mélange, la fléole des prés semble réduire la verse du trèfle d'Alsike et a un effet bénéfique, parce qu'elle évite au trèfle de se tasser durant la coupe. Les andains sont aérés, ce qui permet un séchage meilleur et plus rapide que dans les peuplements purs de trèfle d'Alsike. Lors de projets peu coûteux, comme la conversion des zones boisées en pâturages avec un minimum de travail du sol, le trèfle d'Alsike est une légumineuse utile, semée en mélange à partir d'un avion, au-dessus des étendues de cendres qui succèdent aux incendies de forêt.

PRODUCTION DE SEMENCE

Pour une production optimale de semence, on doit semer le trèfle d'Alsike aussitôt que possible au printemps. Les taux d'ensemencement ne doivent pas être inférieurs à ceux utilisés pour les peuplements d'herbe, et doivent varier entre 1 à 7 kg/ha en peuplements denses ou en rangées. L'ensemencement en rangées et un espacement de 15 cm entre les rangées sont recommandés. On déconseille d'utiliser une autre culture d'accompagnement, parce que le trèfle d'Alsike n'est pas une espèce agressive, et ne peut souvent pas lutter (pour obtenir la lumière et les éléments nutritifs) avec

Tableau 1 Production d'herbe obtenue avec certains cultivars du trèfle d'Alsike.*

					Production d'herbe					
					Matière sèche t/ha			Aurora (%)		
		Année de production†			Année de production de l'herbe					
Cultivar	Origine	1ère	2e	3e	1ère	2e	3e	1ère	2e	3e
Aldan Trifolium	Danemark	7	4	4	4,35	0,34	0,41	110	57	87
Alpo	Norvège	7	1	–	3,77	0	–	95	0	–
Aurora‡	Canada	8	5	5	3,99	0,60	0,47	100	100	100
Dawn‡	Canada	8	5	5	4,51	0,40	0,42	113	67	89
Ermo Otofte	Danemark	6	4	4	3,14	0	0,44	78	0	94
Hogsta	Suède	9	6	4	4,03	0,43	0,26	100	72	55
Iso Tetra	Finlande	9	7	4	4,55	0,36	0,47	113	60	100
Jeno Daehnfeldt	Danemark	6	3	2	4,17	0	0,28	105	0	60
Odenwalder	Allemagne	8	6	5	4,25	0,27	0,37	105	45	79
Otofte	Danemark	4	1	–	2,85	0	–	73	–	–
Otofte 4N	Danemark	8	6	5	3,91	0,22	0,43	98	37	91
Stena 4N	Suède	9	5	3	4,18	0,16	0	105	27	0
Strain (lignée) II	Canada	7	5	5	5,02	0,36	0,43	125	60	91
Tetra‡	Suède	9	7	5	4,36	0,38	0,49	110	63	104
Moyenne					4,08	0,32	0,37			
Écart-type minimum ($P = 0,05$)					1,44	0,27	0,29			

* Source: D'après la publication du Northern Research Group (Groupe de recherche sur le Nord), 81-16B-1981, Station de recherches, Agriculture Canada, Beaverlodge, Alberta.

† Taux de survie des peuplements : 1 = faible; 9 = bon.

‡ Cultivars certifiés au Canada.

d'autres plantes cultivées durant sa phase d'établissement. Lorsqu'on sème du trèfle d'Alsike avec une culture d'accompagnement, on constate souvent un mauvais établissement de cette plante, et une production réduite de graines durant la première année. Toutefois, les cultures d'accompagnement constituent une récolte profitable durant l'année d'établissement, aident à lutter contre les mauvaises herbes, et empêchent le durcissement en croûte de certains sols. Par conséquent, lorsqu'on utilise une culture d'accompagnement, on peut réduire sa concurrence avec cette légumineuse en la semant à la moitié de la densité recommandée, en rangées alternées, ou en semis croisés.

Pour que le trèfle d'Alsike produise des graines, il faut assurer sa pollinisation croisée, parce qu'il est habituellement incompatible avec lui-même, c'est-à-dire que le pollen ne peut fertiliser avec succès les ovules de la plante sur laquelle il se forme. La pollinisation croisée est le transport du pollen des anthères d'une plante sur le stigmate de l'autre; elle est principalement assurée par les abeilles. Une abeille recueillant du pollen ou du nectar introduit sa trompe dans le tube de la corolle, induisant ainsi les étamines et le pistil à émerger de l'intérieur de la fleur. Le corps du pollinisateur vient alors en contact étroit avec les extrémités supérieures des étamines et du pistil, et se couvre ainsi de pollen. Puisque le pistil dépasse légèrement les étamines, il viendra plus probablement en contact avec le pollen d'autres plantes adhérant déjà au corps du pollinisateur qu'avec le pollen de la même fleur. La pollinisation croisée est ainsi réalisée. Contrairement à celle des fleurs légumineuses, la structure de la fleur du trèfle d'Alsike favorise davantage la pollinisation croisée. Après chaque visite accomplie par le pollinisateur, le pistil et les étamines reviennent à leur position initiale. Une seconde ou troisième visite par un autre pollinisateur a le même effet, et le pistil peut être correctement fertilisé, tant qu'il reste en assez bon état pour recevoir le pollen.

L'abeille domestique, *Apis mellifera*, est le plus important pollinisateur du trèfle d'Alsike. On recommande d'employer deux à trois colonies par hectare dans les champs de 20 hectares ou plus, et jusqu'à huit colonies par hectare dans les champs plus petits, distribuées en groupe de 10 à 20 ruches. On obtient deux produits économiquement importants – la semence de trèfle d'Alsike et le miel. Les bourdons, *Bombus* spp., pollinisent aussi le trèfle d'Alsike, mais en raison de fluctuations subies par leurs populations d'une année à l'autre, on ne peut entièrement se fier à eux pour polliniser cette légumineuse. Toutefois, on doit encourager les bourdons à établir des colonies à proximité des champs ensemencés en trèfle d'Alsike. On y parvient en établissant des groupes de buissons pour faciliter la nidification, et, si possible, en semant des végétaux qui fleurissent au début du printemps. Il est connu que la mégachile ou abeille coupeuse de feuilles de la luzerne, *Megachile rotundata*, a pollinisé avec succès des parcelles expérimentales de trèfle d'Alsike, mais jusqu'à présent, on n'a pas réussi à l'utiliser à l'échelle agricole.

Pour obtenir des semences, on ne doit pas mélanger les cultivars diploïdes et tétraploïdes, et l'on doit cultiver ces deux types séparément l'un de l'autre. Les cultivars tétraploïdes peuvent produire deux fois moins de semence, s'ils sont fertilisés par du pollen diploïde. De même, dans des conditions

semblables, les cultivars tétraploïdes produisent généralement moins de graines que les cultivars diploïdes.

On doit couper le trèfle d'Alsike et le disposer en rangées, quand 90 % des capitules sont bruns (fig. 3). À moins que le peuplement ait été défolié par des produits chimiques ou des gelées rigoureuses, on fauche habituellement la récolte avec une andaineuse ou une faucheuse pourvue d'un dispositif à andainage. On doit laisser sécher pendant 7 à 10 jours les andains avant le battage. Les andains épais peuvent avoir besoin d'être retournés, mais une telle opération fait tomber la semence. Pour effectuer le battage dans des conditions normales, on doit s'assurer que la vitesse de rotation du batteur est assez élevée, et fortement rapprocher le contre-batteur de celui-ci. On doit avancer lentement, car une surcharge de la machine peut occasionner de fortes pertes de semence. Pour récolter les semences, la méthode préférée est la défoliation chimique, suivie de 5 à 7 jours plus tard de la récolte à la moissonneuse-batteuse. Cette technique bloque la croissance du trèfle d'Alsike, lorsque la plupart des capitules porteurs de graines sont prêts à la récolte. La défoliation permet aussi de réduire les pertes causées par le vent qui souffle sur les andains. On doit sécher la graine lorsque son humidité dépasse de 13 à 14 %. D'habitude, la semence récoltée nécessite un nouveau traitement avec des machines spéciales, dans une installation de nettoyage des graines.

Les producteurs qui désirent obtenir de la semence généalogique de trèfle d'Alsike doivent s'adresser à l'Association canadienne des producteurs

Fig. 3 Champ de trèfle d'Alsike, avec andains récents (à gauche) et andains effectués environ une semaine auparavant (à droite).



de semences[1]. La Loi et les règlements canadiens sur les semences a désigné l'Association comme l'organisme officiel de généalogie, responsable de l'établissement des normes et de la délivrance de certificats d'homologation des graines généalogiques, produites au Canada, de plantes cultivées. Les semences ayant un tel statut satisfont aux exigences de qualité (identité génétique, pureté, germination) de la *Loi canadienne sur les semences*. On doit respecter certaines exigences spécifiques pour produire des semences généalogiques, par exemple, les distances requises d'isolement, l'identification des récoltes qu'ont auparavant portées les terres, etc. On peut obtenir plus de détails auprès de l'Association.

Il existe une possibilité limitée de produire de la semence de cultivars étrangers. Cette semence est cultivée aux termes d'un contrat, à l'intention d'un pays membre de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Ces contrats sont négociés entre le producteur individuel et la firme productrice de semences chargée de livrer les semences au pays concerné. Un certain nombre de pays participent à ce projet, et les producteurs éventuels doivent conclure eux-mêmes tous les arrangements et négocier des contrats avec les firmes productrices de semences qu'ils auront choisies, avant de commencer à produire des cultivars étrangers non certifiés. On présente au tableau 2 la production canadienne et la production étrangère de cultivars.

EMPLOI DU TRÈFLE D'ALSIKE POUR LA CONSERVATION DU SOL

Comme tous les membres de la famille des légumineuses, le trèfle d'Alsike a une valeur agricole exceptionnelle, en raison de sa capacité à fixer l'azote de l'air (tableau 3) et à donner un important rendement en matière sèche, avec une consommation faible ou nulle d'engrais azoté. La décomposition et la désagrégation des nodosités, ou la décomposition des excréments et de l'urine laissés par le bétail durant le broutage peuvent rendre assimilable pour les plantes non légumineuses une partie de l'azote. Toutefois, on peut utiliser une grande partie de l'azote fixé en remplacement de l'engrais azoté non renouvelable, destiné aux récoltes subséquentes, à condition de restituer au sol les légumineuses sous forme d'engrais vert. On appelle parfois cette méthode enfouissement de l'engrais vert. On laisse se développer la récolte jusqu'à la floraison, puis on l'incorpore au sol avec une charrue à soc ou à disque. Des scarificateurs à un ou deux disques suivis ou précédés de cultivateurs robustes permettent d'incorporer efficacement la récolte verte au sol. On doit se rappeler que la quantité d'azote provenant de la récolte de trèfle d'Alsike incorporée au sol durant l'enfouissage, dépend de la quantité de résidus de cette récolte restitués au sol, de la proportion d'azote dans ces résidus, et de la vitesse à laquelle l'azote des résidus devient assimilable pour les cultures suivantes de plantes non légumineuses. Pour obtenir les meilleurs résultats, on doit s'assurer que la partie terminale feuillue des plantes, riche

[1] Association canadienne des producteurs de semences, B.P. 8455, Ottawa, Ont. K1G 3T1.

Tableau 2 Production de semences obtenues avec certains cultivars du trèfle d'Alsike.*

		Année de production†			Production de semences					
					Rendement (kg/ha)			Aurora (%)		
					Année de production des semences					
Cultivar	Origine	1ère	2e	3e	1ère	2e	3e	1ère	2e	3e
Aldan Trifolium	Danemark	7	4	4	460	86	16	83	90	38
Alpo	Norvège	7	0	–	556	0	–	100	0	–
Aurora‡	Canada	8	5	5	556	96	42	100	100	100
Dawn‡	Canada	8	5	5	624	128	34	112	133	81
Ermo Otofte	Danemark	6	4	4	450	104	44	81	108	105
Hogsta	Suède	9	6	4	484	109	30	87	114	71
Iso Tetra	Finlande	9	7	4	524	100	32	94	104	76
Jeno Daehnfeldt	Danemark	6	3	2	353	54	24	63	56	57
Odenwalder	Allemagne	8	6	5	487	187	18	88	195	43
Otofte	Danemark	4	1	–	506	43	–	91	45	–
Otofte 4N	Danemark	8	6	5	516	104	33	93	108	79
Stena 4N	Suède	9	5	3	413	36	0	74	38	0
Strain (lignée) II	Canada	7	5	5	492	139	31	88	145	74
Tetra‡	Suède	9	7	5	569	139	48	102	145	114
Moyenne					499	95	29			
Écart-type minimum (P = 0,05)					116,18	63,13	31,03			

* Source: D'après la publication 81-16B-1981 du Northern Research Group (Groupe de recherche sur le Nord), Station de recherches, Agriculture Canada, Beaverlodge, Alberta.

† Taux de survie des peuplements: 1 = faible; 9 = bon.

‡ Cultivars certifiés au Canada.

Tableau 3 Estimation annuelle totale des taux de fixation et de retrait de l'azote (exprimés en kilogramme d'azote par hectare) dans le fourrage et les semences de trèfle d'Alsike et de trèfle rouge; le trèfle d'Alsike et le trèfle rouge ont poussé sur un luvisol gris orthique et des solods noirs.*

	Luvisol gris orthique				Solod noir			
	Graines		Fourrage		Graines		Fourrage	
	azote fixé	azote enlevé	azote fixé	azote enlevé	azote fixé	azote enlevé	azote fixé	azote enlevé
Trèfle d'Alsike	75,6 b†	22,8	86,2 a	80,2	33,8 d	8,6	34,8 d	55,2
Trèfle rouge	40,2 d	23,7	50,4 c	136,0	18,3 e	10,0	19,1 e	84,5

* Source: D'après W.A. Rice, 1980, Seasonal patterns of nitrogen fixation and dry-matter production by clovers grown in the Peace River region, Can. J. Plant Sci. 60:847-858.

† a-e: Les moyennes (azote fixé) désignées par la même lettre ne sont pas nettement différentes à $P = 0,05$ (test d'intervalle multiple de Duncan).

en azote, est restituée au sol lorsque la floraison atteint 10 à 20 % environ. Le trèfle d'Alsike fixe plus tôt l'azote durant son développement, que d'autres légumineuses comme le trèfle rouge.

Le trèfle d'Alsike n'est pas une espèce agressive, et on l'emploie avec succès comme culture de couverture du sol, en rotation avec des cultures commerciales annuelles comme les céréales ou le maïs. On peut le semer à faible profondeur en même temps qu'une plante cultivée à des fins commerciales au début du printemps; après avoir récolté cette dernière, on laisse se développer le trèfle sans aucune concurrence, jusqu'à ce qu'on puisse l'enfouir à la fin de l'automne de la même année ou au printemps de l'année suivante, suivant la longueur de la saison de croissance. On peut diminuer les quantités d'engrais azotés commerciaux ajoutées à la culture suivante. Par exemple, dans certaines régions, on peut grandement diminuer dans les sols contenant des légumineuses enfouies la quantité d'azote que doivent recevoir sous forme d'engrais azotés les cultures qui suivent (tableau 4).

En rotation, le trèfle d'Alsike aide à conserver le sol, et dans la plupart des cas, il est préférable de le laisser en jachère d'été, parce qu'il empêche l'érosion par le vent et par l'eau, et augmente la teneur du sol en matière organique. En outre, la décomposition de la matière organique aide à améliorer la structure du sol, sa capacité de rétention de l'humidité, son aération, et la pénétration des racines des cultures successives plantées en rotation.

MAUVAISES HERBES

Pendant l'année d'ensemencement, la concurrence avec les mauvaises herbes peut gêner l'établissement du trèfle d'Alsike. Par conséquent, il est important soit de choisir un champ dégagé sur lequel on peut semer le trèfle d'Alsike, soit de réduire les infestations par les mauvaises herbes avant de semer le trèfle. Il est particulièrement important de lutter contre les mauvaises herbes avant l'ensemencement, parce que de nombreuses espèces ne peuvent être éliminées durant la croissance du trèfle cultivé. L'emploi de semences généalogiques, dont on a soigneusement vérifié le certificat de garantie de germination, peut empêcher l'introduction de nouvelles espèces de mauvaises herbes dans le peuplement.

La rotation des cultures joue un rôle important dans la lutte contre les mauvaises herbes qui envahissent les cultures du trèfle d'Alsike. En semant des plantes annuelles concurrentes avant de semer le trèfle, on parvient parfois à réduire les populations de mauvaises herbes. Dans les groupes de plantules, on peut souvent, pour l'éradication des mauvaises herbes, tondre les mauvaises herbes à croissance rapide avec un fléau. Le trèfle d'Alsike repousse à partir des bourgeons du collet, et n'est habituellement pas endommagé par une taille occasionnelle. On peut employer un certain nombre d'herbicides dans les peuplements de plantules du trèfle d'Alsike, pour lutter contre les mauvaises herbes. Veuillez vous référer aux recommandations provinciales sur l'utilisation et l'application correctes des herbicides.

Dans les peuplements établis utilisés comme herbages, les mauvaises herbes ne constituent généralement qu'un problème de faible envergure. Cependant, dans les peuplements établis cultivés pour les récoltes de semences,

Tableau 4 Ajustement des besoins en azote lorsqu'une couverture de sol contenant des légumineuses est enfouie dans le sol.*

Type de couverture végétale	Pour toutes les cultures, déduisez du besoin en azote (en kilogrammes d'azote par hectare)
Moins de 1/3 de légumineuses	0
1/3 à 1/2 de légumineuses	55
1/2 ou plus de légumineuses	110
Légumineuses vivaces semées et enfouies dans le sol la même année	20†

† S'applique là où le peuplement de légumineuses est épais et dépasse 15 cm de haut.

* Source : Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario, 1984, Field crop recommendations, pub. 296, p. 77.

la contamination par les graines de mauvaises herbes pose un problème sérieux. De nombreuses semences de mauvaises herbes ressemblent à celles du trèfle d'Alsike, par leur taille, forme et densité. Il est souvent difficile et coûteux de les séparer des graines du trèfle d'Alsike; la qualité et les prix peuvent s'en ressentir. La meilleure façon de résoudre le problème est d'éclaircir les plantations avant la récolte. Les semences de certaines mauvaises herbes et de la plupart des légumineuses fourragères restent viables dans le sol pendant des années. Ainsi, on doit éviter les champs notoirement infestés de mauvaises herbes que l'on ne peut éliminer avec des herbicides sans endommager les cultures de trèfle d'Alsike ou les champs qui ont servi à produire des semences d'autres types de trèfle.

MALADIES

Le trèfle d'Alsike est résistant à de nombreuses maladies, comme la flétrissure bactérienne, la brûlure bactérienne, le mildiou et l'anthracnose septentrionale, qui occasionnent des pertes élevées chez les autres légumineuses. On peut réduire les pertes causées aux récoltes par la plupart des maladies, en employant des méthodes de gestion qui permettent de conserver un peuplement vigoureux. Habituellement, les pertes de rendement causées par les maladies sont plus élevées dans les vieux peuplements. Les méthodes les plus efficaces de lutte contre la majorité des maladies du trèfle d'Alsike consistent à employer des semences saines de cultivars recommandés, et à faire alterner les cultures de trèfle avec celles de plantes non légumineuses (tableau 5). On doit éviter de contaminer des champs sains, et pour cela, on doit cultiver en dernier les champs posant des problèmes, et désinfecter l'outillage de la ferme après l'avoir employé dans des zones infectées.

Tableau 5 Maladies du trèfle d'Alsike.

Maladie	Symptômes
Pourridié plénodome (*Phoma sclerotioides*)	Les plantes deviennent jaunes et rabougries au début du printemps, et meurent parfois après avoir commencé à pousser. Des zones brunes circulaires apparaissent sur les racines et les collets.
Pourridié fusarien (*Fusarium* spp.)	Les plantes sont graduellement affaiblies par la pourriture des collets et des racines. Ces maladies peuvent entraîner des pertes économiques importantes. De bonnes pratiques culturales, par exemple une fertilisation appropriée du sol et un bon choix des périodes de taille permettent de réduire la gravité de cette maladie.
Rouille (*Uromyces trifolii*)	Cause des dommages économiques mineurs durant la plupart des saisons. Cette maladie est favorisée par un temps frais et humide.
Pourriture sclérotique de la tige (*Sclerotinia trifoliorum*)	Les plantes de tout âge y sont sujettes. La maladie se manifeste en divers endroits de la plante, où les feuilles et tiges infectées deviennent jaunâtres et se dessèchent. Une masse blanche de mycélium se développe sur les plantes mortes, et des sclérotes dures et noires se forment dans les tissus de la plante. On doit labourer profondément le sol pour enfouir les sclérotes, et planter des semences exemptes de sclérotes.
Fonte des semis, pourridié fusarien, rhizoctone ocellé (*Pythium* spp, *Fusarium* spp, *Rhizoctonia solani*	Cette maladie est responsable en majeure partie de la réduction des peuplements des plantules. Les dommages sont légers, quand les plantes ont atteint le stade de croissance de 4 à 5 feuilles. On évite la maladie en plantant les semences à faible profondeur.

Tache de suie (*Cymadothea trifolii*)	Des pustules bien visibles, brun sombre à noir, se forment à l'envers des feuilles. Le feuillage fortement infecté peut être toxique pour le bétail, chez qui il cause des ulcères de la bouche. Coupez et brûlez la paille, comme mesure de lutte contre cette maladie.
Tige noire (*Phoma trifolii*)	Le champignon cause des lésions noires ou brun sombre sur les tiges, pétioles et feuilles. En taillant la plante en début de croissance, on réduit la perte des feuilles. On peut lutter contre la maladie dans les champs ensemencés, en brûlant la paille au printemps, avant que commence la croissance.
Tache stagonosporéenne (*Leptosphaeria pratensis*)	La maladie est caractérisée par de grosses lésions des feuilles. Les feuilles meurent graduellement, mais restent fixées aux tiges. En taillant les plantes en début de croissance, on réduit la perte des feuilles et la propagation de l'inoculum. En brûlant la paille au printemps, on peut mettre fin à l'infection.
Pourridié hivernal (*Coprinus psychromorbidus*, phase LTB)	Ce champignon cause de sérieux dommages dans les régions centrales et septentrionales de l'Ouest du Canada. L'organisme pathogène n'est actif qu'aux températures proches du point de congélation, et les dommages se manifestent à la fin de l'hiver sous forme d'étendues irrégulières de plantes mortes.

On ne comprend pas très bien l'importance des maladies virales du trèfle d'Alsike. De plus, les pertes de rendement causées par les infections virales ne sont pas documentées en détail. Dans les peuplements de trèfle d'Alsike, on a identifié le virus de la mosaïque jaune du trèfle, le virus de la mosaïque jaune du haricot (BYMV), et le virus de la bigarrure du pois (PSV) dans des peuplements de trèfle d'Alsike. Le virus de la mosaïque jaune du haricot est transmis par des semences infectées, et les virus BYMV et PSV peuvent être tous deux transmis par plusieurs espèces d'aphidiens. Les organismes de type mycoplasmes (MLO) constituent un groupe assez récemment découvert d'agents phytopathogènes. Un certain nombre de maladies autrement associées aux virus, par exemple la phyllodie, le balai de sorcière et le foisonnement sont maintenant attribués aux organismes de type mycoplasmes. Ces maladies sont transmises par les cicadelles. Certains symptômes de la phyllodie comprennent la régression des parties florales en organes feuillus, de légères déformations dans les feuilles nouvellement apparues, et le jaunissement des feuilles anciennes. Les plantes atteintes du balai de sorcière présentent un nanisme sérieux, et portent de petites feuilles chlorotiques. Du collet et des bourgeons axillaires de la tige, partent de nombreuses pousses maigres. On a rencontré en Alberta, de Lacombe jusqu'à la région de Peace River au nord, le foisonnement du trèfle d'Alsike. Les symptômes de cette maladie ressemblent à ceux du balai de sorcière. Les plantes infectées sont légèrement chlorotiques, et sont caractérisées par un foisonnement foliaire à partir du collet. Chaque capitule devient un bouquet de structures foliacées vertes, et ne produit plus de graines.

INSECTES NUISIBLES

De nombreuses espèces d'insectes attaquent le trèfle d'Alsike. Elles peuvent enrayer ou ralentir la croissance des plantes, détruire leurs tissus, endommager les fleurs, et également causer des dommages aux graines. Les punaises, *Lygus* spp, sucent le suc des plantes, ce qui occasionne un flétrissement des fleurs individuelles et un dessèchement des graines. La punaise terne, *Lygus lineolaris*, est l'une des punaises les plus courantes parmi celles qui infestent les champs de trèfle d'Alsike. Les aphidiens et cicadelles propagent les maladies à virus et celles causées par des organismes de type mycoplasmes.

On peut lutter contre ces insectes avec des insecticides. Certains insecticides sont extrêmement toxiques et peuvent persister pendant un temps prolongé sur le feuillage traité par pulvérisation. Dans le champ de trèfle d'Alsike cultivé pour la semence, de faibles quantités de résidus d'insecticides persistants peuvent sérieusement décimer les insectes pollinisateurs utiles et en particulier les abeilles. On doit effectuer les pulvérisations avant la floraison, de préférence aux stades initiaux à intermédiaires du développement des bourgeons, et si les populations d'insectes le justifient, on doit alors appliquer l'insecticide recommandé. Pour éviter de nuire aux insectes pollinisateurs introduits et indigènes, on doit effectuer la pulvérisation avant l'introduction des pollinisateurs dans la culture, donc avant la floraison. Veuillez vous référer aux recommandations provinciales, à propos de l'utilisation et de l'application correctes des insecticides.

REMERCIEMENTS

L'auteur désire remercier les chercheurs suivants de la Direction générale de la recherche à Agriculture Canada, qui ont passé en revue des parties de cette publication, ou fourni de l'information concernant leur domaine particulier de recherche : MM. A.L. Darwent, N.A. Fairey, S.G. Bonin et D.L. Nelson, de la Station de recherches de Beaverlodge en Alberta; M. W.B. Berkenkamp, de la Station de recherches de Lacombe en Alberta; David Sippell, phytopathologiste régional, d'Alberta Agriculture à Fairview en Alberta.

FACTEURS DE CONVERSION

Unité métrique	Facteur approximatif de conversion	Donne
LINÉAIRE		
millimètre (mm)	x 0,04	pouce
centimètre (cm)	x 0,39	pouce
mètre (m)	x 3,28	pied
kilomètre (km)	x 0,62	mille
SUPERFICIE		
centimètre carré (cm^2)	x 0,15	pouce carré
mètre carré (m^2)	x 1,2	verge carrée
kilomètre carré (km^2)	x 0,39	mille carré
hectare (ha)	x 2,5	acre
VOLUME		
centimètre cube (cm^3)	x 0,06	pouce cube
mètre cube (m^3)	x 35,31	pied cube
	x 1,31	verge cube
CAPACITÉ		
litre (L)	x 0,035	pied cube
hectolitre (hL)	x 22	gallons
	x 2,5	boisseaux
POIDS		
gramme (g)	x 0,04	once
kilogramme (kg)	x 2,2	livre
tonne (t)	x 1,1	tonne courte
AGRICOLE		
litres à l'hectare	x 0,089	gallons à l'acre
	x 0,357	pintes à l'acre
	x 0,71	chopines à l'acre
millilitres à l'hectare	x 0,014	onces liquides à l'acre
tonnes à l'hectare	x 0,45	tonnes à l'acre
kilogrammes à l'hectare	x 0,89	livres à l'acre
grammes à l'hectare	x 0,014	onces à l'acre
plants à l'hectare	x 0,405	plants à l'acre

